

# COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE FENOTÍPICA E ADAPTABILIDADE APLICADOS A DADOS DE *Eucalyptus cloeziana* (F. MUELL)

Marcos Deon Vilela de Resende<sup>1</sup>

José Alfredo Sturion<sup>2</sup>

Antonio Rioyei Higa<sup>3</sup>

## RESUMO

Foram avaliadas a estabilidade fenotípica e adaptabilidade de 62 progênies, pertencentes a 4 procedências de *Eucalyptus cloeziana*, estabelecidas em seis locais do Brasil. Foram aplicados e comparados os métodos biométricos de Yates & Cochran, Plaisted & Peterson, Wricke, Finlay & Wilkinson e Eberhart & Russell. Para adaptabilidade, os resultados revelaram uma concordância entre os métodos de Eberhart & Russell e Finlay & Wilkinson, exceto que o de Finlay & Wilkinson tendeu a apresentar melhores ajustes das regressões. Para estabilidade fenotípica, foram observados resultados similares pelas metodologias de Eberhart & Russell, Wricke e Plaisted & Peterson, os quais discordaram dos obtidos pelo método de Yates & Cochran. Não foram detectadas correlações entre estabilidade e adaptabilidade com produtividade média, tendo sido identificadas progênies de alta produtividade, alta estabilidade e adaptabilidade geral.

**PALAVRAS-CHAVE:** modelos biométricos, interação genótipo x ambiente, adaptação, estratégias de melhoramento, seleção.

---

<sup>1</sup> Eng.-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

<sup>2</sup> Eng. Florestal, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

<sup>3</sup> Eng. Florestal, Doutor, Professor da UFPR.

# COMPARISON OF ADAPTABILITY AND PHENOTYPIC STABILITY EVALUATION METHODS APPLIED TO *Eucalyptus cloesiana* (F. MUELL) DATA

## ABSTRACT

Five methods for biometric evaluation of adaptability and phenotypic stability of *E. cloeziana* families were compared in this study. Data were collected from 62 families of four provenances, planted in six different locations in Brazil. In spite of Finlay & Wilkinson method showed a tendency for better regression adjustment, results for adaptability were similar to that observed for Eberhart & Russell method. Results of phenotypic stability were similar using Eberhart & Russell, Wricke and Plaisted & Peterson methods. However, these results were different that obtained using Yates & Cochran method. No significance for correlations between adaptability and phenotypic stability were observed in relation to the average of productivity. Families with high productivity, high stability and general adaptability were identified.

**KEY-WORDS:** biometric models, genotype x environment interaction, adaptability breeding strategies, selection.

## 1 INTRODUÇÃO

A capacidade de os materiais genéticos se comportarem bem em uma grande amplitude de condições ambientais tem sido parte essencial dos modernos programas de melhoramento (Gil & Singh, 1982).

Termos relacionados à estabilidade fenotípica têm sido definidos de várias formas. Cruz (1989) e Vencovsky & Barriga (1992) utilizam o termo “adaptabilidade” para designar a capacidade dos materiais genéticos em aproveitar vantajosamente o estímulo ambiental, e estabilidade para caracterizar a capacidade dos genótipos em mostrarem um comportamento altamente previsível, em função do estímulo ambiental. Entretanto, de maneira geral, considera-se material estável aquele que apresenta pequenas variações

no seu comportamento geral, quando desenvolvido sob condições diversas de ambiente (Oliveira, 1976).

Atualmente existe mais de uma dezena de metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade. Essas metodologias são fundamentadas na existência de interações genótipos x ambiente e distinguem-se nos conceitos de estabilidade adotados e em certos princípios estatísticos empregados.

Uma das primeiras proposições para avaliar o comportamento individual de genótipos, avaliados em várias condições ambientais, foi apresentada por Yates & Cochran (1938). Esses autores propuseram uma decomposição da soma de quadrados da interação genótipo x ambiente adicionada à soma de quadrados dos efeitos de ambiente, em efeitos de ambiente dentro de cada genótipo, e também a estimativa de parâmetros descritivos de estabilidade, a partir de análise de regressão conjunta de uma série de experimentos.

Outros métodos baseados em análise de variância foram propostos como os de Plaisted & Peterson (1959) e Wricke (1965), os quais fundamentam-se na contribuição média de cada genótipo para a interação.

Finlay & Wilkinson (1963) adaptaram a técnica de Yates & Cochran, desenvolvendo um método baseado no coeficiente de regressão linear entre a produção média (no trabalho original, previamente transformada para escala logarítmica) de cada genótipo e um índice ambiental, que corresponde à média de todos os genótipos em cada ambiente.

Eberhart & Russell (1966) expandiram o método de Finlay & Wilkinson, incluindo o quadrado médio dos desvios de regressão como outro parâmetro de estabilidade. Método semelhante ao de Eberhart & Russell foi proposto por Tai (1971), com a finalidade de determinar as respostas linear e não linear de genótipos individuais aos efeitos ambientais.

Verma et al. (1978) apresentaram uma técnica de regressão alternativa, que consiste no ajustamento separado de dois segmentos de reta, um compreendendo os ambientes com índices ambientais negativos e outro consistindo dos ambientes com índices positivos. Posteriormente, Silva & Barreto (1985) propuseram um ajustamento para cada genótipo, de uma curva única constituída de dois segmentos de reta, com união no ponto correspondente ao valor zero do índice de ambiente. Recentemente, Cruz et al. (1989) propuseram um modelo alternativo, conceitualmente semelhante ao de Silva & Barreto, que apresenta um aprimoramento de natureza estatística, para eliminar as correlações entre as estimativas dos parâmetros de estabilidade.

De acordo com Cruz (1989), as principais metodologias comumente utilizadas pelos melhoristas, podem ser subdivididas em grupos: baseadas unicamente em análises de variância (Yates & Cochran, 1938; Plaisted & Peterson, 1959; Wricke, 1965), em análises de variâncias e regressão (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966; Tai, 1971) e em regressões bi-segmentadas (Verma et al., 1978; Silva & Barreto, 1985; Cruz et al., 1989). Essas metodologias, aplicadas corretamente, são mais precisas e informativas, pela ordem: regressões bi-segmentadas; análises de variância e regressão; análises de variância.

Em presença de interação genótipo x ambiente, existem duas estratégias de melhoramento que podem ser empregadas, quais sejam: utilização de genótipos específicos para cada ambiente (através da determinação de zonas de melhoramento com ausência de interação genótipo x ambiente dentro das mesmas) e utilização de genótipos com alta estabilidade fenotípica.

Na área florestal, a estratégia de melhoramento a ser adotada deve ser determinada da maneira mais correta e científica possível, em função da grande responsabilidade da seleção nessa área, devido aos ciclos reprodutivos geralmente longos das espécies, alto custo das operações de melhoramento e extensas e heterogêneas áreas que são abrangidas pelos plantios. Neste contexto, os estudos relativos à estabilidade fenotípica são essenciais dentro dos programas de melhoramento florestal.

O objetivo do presente trabalho foi comparar métodos de avaliação do comportamento de progênes de *E. cloeziana* quanto à estabilidade e adaptabilidade em diversos locais de experimentação, visando orientar a seleção.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de testes combinados de procedência/progênie e de progênes de *E. cloeziana* instalados em Altinópolis-SP (1), Belo Oriente-MG (2), Inhambupe-BA (3), Ipatinga-MG (4), São Simão-SP (5) e Virginópolis-MG (6), com as procedências Herberton (236), Cardwell (422), Gympie (425) e Helenvale (209), todas oriundas de Queensland - Austrália.

Os ensaios foram instalados em delineamentos de blocos casualizados em arranjo hierárquico, com 10 repetições, 6 plantas por parcela e

espaçamento 3 m x 2 m. Porém, para efeito de análises, o número de repetições variou de 4 a 6, devido a problemas de implantação ocorridos em alguns blocos.

Foram realizadas análises conjuntas de variância em nível de médias de parcela para os caracteres altura e DAP, avaliados aos 3 anos de idade. Para realização das mesmas, verificou-se a presença de homogeneidade de variância residual das análises individuais, aplicando-se a aproximação de Box (1954). Consideraram-se aleatórios os efeitos de locais e progênies.

Para estudos de estabilidade desses caracteres, através dos locais experimentados, as progênies foram tomadas individualmente por procedência, e também, conjuntamente, envolvendo todas as procedências, conforme segue:

- Procedência 236 - 12 progênies - locais 2, 3, 4, 5 e 6
- Procedência 422 - 17 progênies - locais 1, 2, 4 e 6
- Procedência 425 - 23 progênies - locais 2, 4, e 6
- Procedência 209 - 10 progênies - locais 2, 4, e 6
- Todas - 62 progênies - locais 2, 4, e 6

As metodologias adotadas variaram em função dos dados e condições disponíveis para cada procedência. De acordo com Cruz (1989), as metodologias baseadas unicamente em análises de variância são recomendadas quando se dispõe de um número restrito de ambientes (3-5), enquanto que as metodologias baseadas em análises de variância e de regressão requerem, para a sua aplicação, um número não muito grande de ambientes (5 ou mais) e, por outro lado, as metodologias baseadas em regressões bi-segmentadas necessitam de um número relativamente grande (acima de 8) para aplicação satisfatória.

Assim, para a procedência 236 (5 ambientes) aplicaram-se os métodos Tradicional (Yates & Cochran, 1938), o de Finlay & Wilkinson (1963) e o de Eberhart & Russell (1966); para a procedência 422, que apresenta um número intermediário de ambientes, aplicaram-se dois métodos baseados em regressão (Finlay & Wilkinson, 1963 e Eberhart & Russell, 1966) e dois baseados em análise de variância (Yates & Cochran, 1938 e Wricke, 1965). Para as procedências 425 e 209, avaliadas em três locais, aplicaram-se Yates & Cochran (1938) e Wricke (1965) para a primeira, e Yates & Cochran (1938), Plaisted & Peterson (1959) e Wricke (1965) para a segunda.

Visando avaliar o comportamento de todas as progênies em conjunto, aplicaram-se os métodos de Yates & Cochran (1938) e Wricke (1965).

A seguir, são descritas as estatísticas empregadas:

- **Método de YATES & COCHRAN (1938)**

Análise de variância conjunta com desdobramento das somas de quadrados de ambientes e interação genótipo x ambiente em efeitos de ambiente dentro de cada progênie.

- **Método de WRICKE (1965)**

O parâmetro utilizado como medida de estabilidade, denominado ecovalência, foi calculado pela expressão:

$$W_i = \sum_j [Y_{ij} - (Y_{i.}/L) - (Y_{.j}/G) + (Y_{..}/GL)]^2$$

Onde:

$W_i$  = contribuição do genótipo i no total da interação;

$Y_{ij}$  = média do genótipo i no local j;

$Y_{i.}$  = total do genótipo i em todos os locais;

$Y_{.j}$  = total do local j considerando todos os genótipos;

$$Y_{..} = \sum_i \sum_j ij \text{ - somatório geral}$$

$G$  = número de genótipos avaliados;

$L$  = número de locais experimentados;

- **Método de FINLAY & WILKINSON (1963)**

Para cálculo do coeficiente de regressão linear  $B_1$ , empregou-se a expressão (com médias transformadas para escala logarítmica, o que induz a um alto grau de linearidade da regressão):

$$B_1 = \sum_j Y_{ij} I_j / \sum_j I_j$$

Onde:

$I_j$  = índice ambiental do j-ésimo local, que corresponde a:

$$I_j = \sum_i Y_{ij} / G - \sum_i \sum_j Y_{ij} / (LG)$$

(não se adotou o índice ambiental original de Finlay & Wilkinson).

- **Método de PLAISTED & PETERSON (1959)**

Como recomendado por Cruz (1989), utilizou-se a técnica da distância Euclidiana (Kendall, 1980), como forma de evitar a realização das  $[m(m-1)]/2$  análises de variância (m é o número de progênes). A média aritmética dos componentes de variância da interação progênie x ambiente ( $\theta_1$ ) que envolve cada progênie foi determinada:

$$\theta_1 = \sum \delta_{ga(i,i')}^2 / (m-1)(i \neq i')$$

onde:

$\delta_{ga(i,i')}^2 = QM_{ga(i,i')} - \delta^2$  = é a variância da interação progênes x ambientes, envolvendo as progênes i e i', sendo:

$QM_{ga(i,i')}$  = quadrado médio da interação progênes x ambientes, envolvendo as progênes i e i'.

$\delta^2$  = variância residual média.

Para cálculo do  $QM_{ga(i,i')}$  determinou-se a soma de quadrados da interação

$SQ_{ga(i,i')}$  em questão por:

$$SQ_{ga(i,i')} = 1/2 \left[ d_{ii'}^2 - 1/a(Y_{i.} - Y_{i'.})^2 \right]$$

sendo:

$$d_{ii'}^2 = \sum_j (Y_{ij} - Y_{i'.j})^2 = \text{quadrado da distância Euclidiana.}$$

### Método de EBERHART & RUSSELL (1966)

O coeficiente de regressão linear  $B_1$  foi calculado similarmente ao descrito para Finlay & Wilkinson. Neste caso, o outro parâmetro de estabilidade considerado é o desvio da regressão  $(S_{di}^2)$  cujo estimador equivale a:

$$S_{di}^2 = \sum_j \delta_{ij}^2 / (L-2) - \delta^2 / r$$

onde:

$$\sum_j \delta_{ij}^2 = \left( \sum_j Y_{ij}^2 - Y_{i.}^2 / L \right) - \left( \sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2 = \text{soma de quadrados dos}$$

desvios de regressão linear.

Para determinação dos níveis de adaptabilidade, utilizou-se o teste t. Na indicação dos níveis de estabilidade pela metodologia de Yates & Cochran aplicou-se o teste F para comparação de variâncias de ambiente dentro de progênies tomadas duas a duas.

Os coeficientes de correlação de Spearman e de Pearson (Steel & Torrie, 1960) foram utilizados para estudo de correlações entre médias de progênies e parâmetros de estabilidade e adaptabilidade das mesmas, bem como entre parâmetros de estabilidade obtidos pelas diferentes metodologias.

Para operacionalização das análises (variância, estabilidade e adaptabilidade), utilizaram-se os pacotes estatísticos SAEG e GENES da Universidade Federal de Viçosa.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Análises conjuntas

Os valores e significâncias dos quadrados médios referentes às análises conjuntas para cada procedência, individualmente e em conjunto, encontram-se na Tabela 1.

Constataram-se significâncias (Teste F,  $P < 0,01$ ) para progênies em todas as análises e para ambos os caracteres (altura e DAP), o que revela a presença de variabilidade genética para os mesmos.

Por outro lado, observou-se que as interações progênies x locais apresentaram-se não significativas pelo teste F, em todas as análises de procedências individuais e para ambos os caracteres, sendo significativas para os dois caracteres, apenas quando se consideraram as progênies em conjunto.

A não significância, entretanto, não deve ser interpretada, à primeira vista, como ausência de interação. Segundo Miranda Filho (1987), a prova de significância de F depende, em grande parte, do poder do teste F, o qual é a função do número de repetições utilizadas na experimentação e precisão experimental. Assim sendo, a interação pode estar ocorrendo e não estar sendo detectada com o tipo de experimentação e análise utilizados.

Para melhor caracterização da importância da interação genótipo x ambiente, a utilização do conceito de correlação genética entre ambientes tem sido sugerida (Bulmer, 1985; Eisen, 1987). Este conceito foi aplicado ao conjunto de dados utilizados no presente trabalho, considerando pares de locais, tendo os resultados revelado a presença de interações biologicamente importantes, com mudanças de classificação das progênies de um local para outro (Souza et al., 1992).

Dessa forma, está evidenciada a presença de interação complexa, segundo conceito de Vencovsky (1987), o que justifica um estudo de estabilidade fenotípica e adaptabilidade, o qual tem a grande vantagem de permitir uma particularização da interação para cada tratamento, o que, evidentemente, uma simples análise conjunta dos experimentos não fornece.

**TABELA 1** Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) para altura e DAP, referentes às análises conjuntas para as procedências Herberton (236), Cardwell (422), Gypie (425) e Helenvale (209) e progênes de todas as procedências em conjunto (todas).

F. V.	236		422		425		209		Todas	
	QM		QM		QM		QM		QM	
	Altura	DAP	Altura	DAP	Altura	DAP	Altura	DAP	Altura	DAP
<b>Bloco/Ambiente</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Locais (L)</b>	57,9644**	174,7881**	59,5645**	47,4115**	221,4893**	59,7412**	83,0142**	64,5298**	448,6680**	220,3652**
<b>Progênes (P)</b>	5,2596**	6,2283**	5,3792**	12,4315**	6,6515**	5,4984**	1,9224**	6,3058**	18,4498**	12,9832**
<b>PxL</b>	0,5249ns	1,0776ns	1,0995ns	1,3405ns	0,9509ns	1,0622ns	0,6688ns	1,2745ns	0,9719*	1,7242*
<b>Resíduo Médio</b>	0,6279	1,205	0,7383	1,3855	0,9679	1,0512	0,6100	1,1233	0,7360	1,1913
<b>C.V. (%)</b>	9,45	13,37	9,42	13,62	9,38	11,05	9,99	13,45	9,58	12,87

ns, \* e \*\* - não significativo e significativo em níveis de 5% e 1%, respectivamente.

Os coeficientes de variação experimental (Tabela 1) apresentaram-se dentro dos limites aceitáveis na experimentação florestal.

### **Análises de estabilidade e adaptabilidade**

#### **• Procedência Heberton**

Na Tabela 2, encontram-se as médias e os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade para as 12 progênies da procedência 236, obtidos através das metodologias de Yates & Cochran (1938), Finlay & Wilkinson (1963) e Eberhart & Russell (1966), para os caracteres altura e DAP.

Na metodologia de Yates & Cochran (1938), os materiais genéticos mais estáveis são aqueles que proporcionam menor quadrado médio, nos vários ambientes. No método de Finlay & Wilkinson (1963), o coeficiente de regressão ( $B_1$ ) associado a cada genótipo é usado para indicar estabilidade e adaptabilidade, de forma que genótipos com  $B_1 = 1$  têm estabilidade média, ou seja, sua resposta aos ambientes é paralela à resposta média de todos os genótipos nos ambientes (nesse caso o genótipo terá adaptabilidade geral).

Genótipos com  $B_1 > 1$  têm baixa estabilidade e são responsivos a condições ambientais favoráveis e genótipos com  $B_1 < 1$  têm alta estabilidade e não são sensíveis às mudanças nas condições ambientais, tendo maior especificidade na adaptação a ambientes de baixa produtividade. Por outro lado, genótipos com  $B_1 = 0$  apresentam estabilidade absoluta e só seriam desejáveis se apresentassem máxima produtividade. Estas interpretações estão em conformidade com os relatos do trabalho original de Finlay & Wilkinson.

O método de Eberhart & Russell (1966) utiliza basicamente os mesmos conceitos do método de Finlay e Wilkinson quanto à adaptabilidade, diferindo por levar em consideração o desvio da regressão ( $s_{di}$ ), o qual fornece a previsibilidade do comportamento genotípico ou estabilidade propriamente dita. Assim, um genótipo com  $s_{di} = 0$  apresenta estabilidade alta ou é previsível e um genótipo com  $s_{di} > 0$  apresenta estabilidade baixa ou é imprevisível.

**TABELA 2 Médias ( $B_0$ ) e parâmetros de estabilidade e adaptabilidade ( $B_1$ ) para procedência 236, caracteres altura (H) e DAP, obtidos através das metodologias de Yates & Cochran (A), Finlay & Wilkinson (B) e Eberhart & Russell (C).**

Progenie	$B_0$		A		B( $B_1$ )		C( $B_1$ )		C(ESTABILIDADE)		C( $R^2$ )	
	H	DAP	H	DAP	H	DAP	H	DAP	H	DAP	H	DAP
1	7,39	7,38	3,64 <sup>a</sup>	11,61 <sup>a</sup>	0,96 <sup>a</sup>	0,93 <sup>a</sup>	0,85 <sup>a</sup>	0,87 <sup>a</sup>	-0,084 <sup>ns</sup>	-0,114 <sup>ns</sup>	95,7	95,9
2	8,08	8,36	6,43 <sup>a</sup>	21,93 <sup>a</sup>	1,12 <sup>a</sup>	1,18 <sup>a</sup>	1,06 <sup>a</sup>	1,18 <sup>a</sup>	0,141 <sup>1</sup>	0,188 <sup>3</sup>	84,4	92,7
3	8,24	7,41	4,40 <sup>a</sup>	16,33 <sup>a</sup>	0,94 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	1,02 <sup>a</sup>	-0,020 <sup>ns</sup>	0,082 <sup>ns</sup>	91,0	92,6
4	8,29	8,24	3,81 <sup>a</sup>	18,80 <sup>b</sup>	0,88 <sup>a</sup>	1,06 <sup>a</sup>	0,87 <sup>a</sup>	1,12 <sup>a</sup>	-0,079 <sup>ns</sup>	-0,104 <sup>ns</sup>	95,5	97,3
5	8,13	7,77	6,23 <sup>a</sup>	10,26 <sup>5</sup>	1,15 <sup>a</sup>	0,89 <sup>a</sup>	1,09 <sup>a</sup>	0,80 <sup>a</sup>	-0,001 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	92,5	90,5
6	8,22	8,80	4,54 <sup>a</sup>	21,73 <sup>a</sup>	0,94 <sup>a</sup>	1,16 <sup>b</sup>	0,94 <sup>a</sup>	1,22 <sup>b</sup>	-0,065 <sup>ns</sup>	-0,199 <sup>ns</sup>	95,0	99,3
7	8,55	8,33	3,77 <sup>a</sup>	10,89 <sup>b</sup>	0,80 <sup>a</sup>	0,81 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	-0,038 <sup>ns</sup>	-0,080 <sup>ns</sup>	91,3	94,5
8	8,70	8,70	7,19 <sup>a</sup>	16,85 <sup>b</sup>	1,18 <sup>a</sup>	0,98 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>	1,05 <sup>a</sup>	-0,078 <sup>ns</sup>	-0,068 <sup>ns</sup>	97,5	96,2
9	8,85	8,82	6,04 <sup>a</sup>	9,75 <sup>a</sup>	1,01 <sup>a</sup>	0,74 <sup>c</sup>	1,08 <sup>a</sup>	0,82 <sup>c</sup>	-0,004 <sup>ns</sup>	-0,224 <sup>ns</sup>	92,5	99,3
10	8,91	8,58	4,22 <sup>a</sup>	12,57 <sup>a</sup>	0,83 <sup>a</sup>	0,85 <sup>c</sup>	0,91 <sup>a</sup>	0,92 <sup>c</sup>	-0,064 <sup>ns</sup>	-0,196 <sup>ns</sup>	94,5	98,6
11	9,00	8,24	5,83 <sup>a</sup>	17,89 <sup>b</sup>	1,02 <sup>a</sup>	1,09 <sup>b</sup>	1,09 <sup>a</sup>	1,11 <sup>b</sup>	-0,096 <sup>ns</sup>	-0,238 <sup>ns</sup>	98,1	99,9
12	8,32	7,91	7,63 <sup>a</sup>	18,03 <sup>b</sup>	1,17 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	1,05 <sup>a</sup>	0,195 <sup>2</sup>	0,294 <sup>4</sup>	84,2	88,9

1, 2, 3, 4 - significativos pelo teste F aos níveis de 10%, 6%, 15% e 9%, respectivamente. a, b e c - níveis de adaptabilidade: geral ( $B_1 = 1$ ), a ambientes favoráveis ( $B_1 > 1$ ) e a ambientes desfavoráveis ( $B_1 < 1$ ), respectivamente, para os métodos B e C e níveis de estabilidade para o método A;  $R^2$  - coeficiente de determinação.

De maneira geral, na seleção para estabilidade e adaptabilidade, levam-se em consideração os parâmetros relatados anteriormente e a performance média do genótipo ( $B_0$ ).

Os resultados apresentados na Tabela 2 revelaram, para o caráter altura, uma concordância entre os valores de adaptabilidade obtidos pelas metodologias de Eberhart & Russell e de Finlay & Wilkinson, com os  $B_1$ 's apresentando-se, estatisticamente, não diferentes de 1 pelo teste t sobre a hipótese  $H_0: B_1i = 1, i = 1, \dots, n$ . Como a transformação logarítmica das médias (método de Finlay & Wilkinson), visando à indução de uma maior linearidade na regressão, conduziu aos mesmos resultados obtidos sem a transformação (Eberhart & Russell), verifica-se que o modelo se ajusta perfeitamente aos dados.

Apesar da mesma adaptabilidade apresentada por todas as progênies por Finlay & Wilkinson, verifica-se que o método de Eberhart & Russell indicou que as progênies 2 e 12 têm baixa previsibilidade em relação aos estímulos ambientais, conforme evidenciado pelas significâncias de suas respectivas variâncias dos desvios da regressão. Assim, constata-se que o método de Eberhart & Russell foi mais informativo.

Os resultados obtidos pela metodologia de Yates & Cochran, para altura, apresentaram-se pouco consistentes, comparativamente àqueles obtidos pela metodologia de Eberhart & Russell, ou seja, um mesmo nível de estabilidade foi apresentado por todos os genótipos pela metodologia de Yates & Cochran, enquanto que, por Eberhart & Russell, as progênies 2 e 12 apresentaram-se instáveis.

Entretanto, segundo Cruz (1989), os métodos baseados em regressão, quando aplicados corretamente, tendem a ser mais precisos do que aqueles baseados em análise de variância (como o de Yates & Cochran), devido ao fato de esses geralmente apresentarem altas variâncias, associadas aos quadrados médios. Assim, para altura, as interpretações e inferências práticas deverão basear-se no método de Eberhart & Russell, o qual é mais informativo que o de Finlay e Wilkinson, fato este relatado também por Oliveira (1976).

Constata-se, então, que todas as progênies apresentaram adaptabilidade geral, algumas com adaptação geral e alta produtividade (ex.: 10 e 11) e outras mais pobremente adaptadas a todos os ambientes (ex.: 1). Quanto à estabilidade, as progênies 2 e 12 mostram-se instáveis.

Para o caráter DAP, os resultados obtidos (Tabela 2) não concordam plenamente com os obtidos para altura, fato este também constatado por

Mora (1986), para clones de *Eucalyptus* spp. e por Li & Mckeand (1989) para progênies de *P. taeda*. Os níveis de adaptabilidade obtidos, a partir dos coeficientes de regressão ( $B_1$ ), são aproximadamente coincidentes pelas metodologias de Eberhart & Russell e de Finlay & Wilkinson. A metodologia de Yates & Cochran, assim como verificado para altura, apresenta um mesmo nível de estabilidade para todas as progênies.

Restringindo-se as interpretações à metodologia de Eberhart & Russell, verifica-se que para DAP, houve diferenças entre os coeficientes de regressão das progênies, indicando que o efeito da interação progênies x ambiente linear foi significativo, o que não ocorreu para altura. Assim, há possibilidade de seleção de progênies adaptadas a ambientes favoráveis (6 e 11), a ambientes desfavoráveis (9) e de adaptabilidade geral (as demais). Observou-se um mesmo número (2) de progênies instáveis (ou imprevisíveis para a qualidade do ambiente) para DAP (2 e 12), coincidindo com os resultados de altura, conforme explicitado pelas significâncias dos desvios da regressão (Tabela 2).

Para adoção da estratégia de genótipos generalistas (conceito de Vencovsky, 1988), deve-se procurar aquelas progênies que se apresentam estáveis e com adaptabilidade geral para ambas as características (altura e DAP). No caso, indicam-se as seguintes: 1, 3, 4, 5, 7, 8 e 10. Dessas devem ser selecionadas aquelas com maiores médias. Inferências como esta, reforçam a importância e a relevância do detalhamento da interação para a implementação de programas de melhoramento.

Para ambos os caracteres, verificou-se que o modelo de regressão adotado (linear) foi, na maioria das vezes, o mais apropriado, conforme revelado pelos altos valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) apresentados na Tabela 2. As situações em que os desvios de linearidade foram significativos revelam que, apesar de grande parte das variações fenotípicas serem explicadas pela regressão linear, surgem comportamentos imprevisíveis em ambientes particulares.

Freqüentemente, tem surgido a suposição de que genótipos com maiores performances médias, apresentam oscilações mais acentuadas de produtividade do que aqueles com menores médias (Wricke, 1965). Entretanto, o emprego do coeficiente de correlação de Spearman ( $r = 0,22$  para altura e  $r = 0,24$  para DAP) e de Pearson ( $r = 0,35$  e  $0,24$  para altura e DAP, respectivamente) para testar a associação da produtividade média com adaptabilidade calculada pela metodologia de Eberhart & Russell, não revelou significância. A correlação de Spearman (correlação de ordens) é a mais

indicada nesses casos, uma vez que os parâmetros de estabilidade não podem ser assumidos como normalmente distribuídos.

A falta de significância dos coeficientes de correlação de Pearson entre os parâmetros  $B_1$  e a performance média das progênies, indicou que os genótipos com maiores médias não tenderam a ser mais responsivos nos melhores ambientes.

- **Procedência Cardwell**

Na Tabela 3, encontram-se as médias e os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade obtidos pelas metodologias de Yates & Cochran (1938), Wricke (1965), Finlay & Wilkinson (1963) e Eberhart & Russell (1966), para os caracteres altura e DAP.

**TABELA 3 Médias ( $B_0$ ) e parâmetros de estabilidade e adaptabilidade ( $B_1$ ) para a procedência 422, caracteres altura (H) e DAP, obtidos através das metodologias de Yates & Cochran (A), Wricke (B), Finlay & Wilkinson (C) e Eberhart & Russell (D ).**

Progenie	$B_0$			A			B			C(B)			D(B <sub>1</sub> )			DESTABILIDADE			D(R <sup>2</sup> )		
	H	DAP	H	H	DAP	H	H	DAP	H	DAP	H	DAP	H	DAP	H	H	DAP	H	DAP	H	DAP
1	7,69	6,82	0,86 <sup>a</sup>	0,89 <sup>a</sup>	0,52(3,23)	0,47 <sup>c</sup>	1,11(8,41)	0,52(3,23)	0,47 <sup>c</sup>	0,67 <sup>c</sup>	0,41 <sup>c</sup>	0,54 <sup>c</sup>	-0,085 <sup>cn.s</sup>	-0,31 <sup>tn.s</sup>	69,0	69,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
2	8,57	8,18	4,07 <sup>abc</sup>	4,45 <sup>abc</sup>	0,17(1,06)	1,09 <sup>a</sup>	0,33(2,50)	0,17(1,06)	1,09 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>	1,02 <sup>a</sup>	1,26 <sup>b</sup>	-0,022 <sup>pn.s</sup>	-0,33 <sup>tn.s</sup>	89,3	89,3	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
3	9,55	9,51	6,20 <sup>abc</sup>	1,17 <sup>ab</sup>	0,85(5,28)	1,09 <sup>a</sup>	1,30(9,85)	0,85(5,28)	1,09 <sup>a</sup>	0,44 <sup>c</sup>	1,14 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,440 <sup>1</sup>	-0,18 <sup>tn.s</sup>	73,1	73,1	61,1	61,1	61,1	61,1	61,1
4	9,27	8,62	2,47 <sup>ab</sup>	3,71 <sup>abc</sup>	0,32(1,99)	0,76 <sup>a</sup>	0,39(2,96)	0,32(1,99)	0,76 <sup>a</sup>	1,07 <sup>a</sup>	0,78 <sup>a</sup>	1,09 <sup>a</sup>	-0,055 <sup>cn.s</sup>	-0,19 <sup>tn.s</sup>	86,0	86,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0
5	8,94	7,58	0,99 <sup>bc</sup>	0,84 <sup>a</sup>	1,54(9,57)	0,48 <sup>c</sup>	0,80(6,06)	1,54(9,57)	0,48 <sup>c</sup>	0,32 <sup>a</sup>	0,49 <sup>c</sup>	0,28 <sup>c</sup>	-0,129 <sup>pn.s</sup>	-0,11 <sup>tn.s</sup>	85,0	85,0	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4
6	7,87	7,51	8,83 <sup>abc</sup>	5,88 <sup>abc</sup>	2,50(15,54)	1,56 <sup>a</sup>	2,23(16,9)	2,50(15,54)	1,56 <sup>a</sup>	1,18 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>	0,96 <sup>a</sup>	0,785 <sup>2</sup>	0,90 <sup>b</sup>	70,7	70,7	43,5	43,5	43,5	43,5	43,5
7	9,38	9,06	5,63 <sup>abc</sup>	3,45 <sup>abc</sup>	0,79(4,91)	1,13 <sup>a</sup>	0,80(6,06)	0,79(4,91)	1,13 <sup>a</sup>	0,90 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	0,93 <sup>a</sup>	0,186 <sup>3</sup>	0,04 <sup>tn.s</sup>	82,4	82,4	69,9	69,9	69,9	69,9	69,9
8	9,60	9,73	4,20 <sup>abc</sup>	4,69 <sup>abc</sup>	0,80(4,97)	0,92 <sup>a</sup>	0,68(5,15)	0,80(4,97)	0,92 <sup>a</sup>	1,01 <sup>a</sup>	0,97 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	0,155 <sup>4</sup>	0,03 <sup>tn.s</sup>	78,4	78,4	78,5	78,5	78,5	78,5	78,5
9	9,28	9,02	1,56 <sup>abc</sup>	11,51 <sup>c</sup>	0,35(2,18)	0,61 <sup>c</sup>	0,42(3,18)	0,35(2,18)	0,61 <sup>c</sup>	0,61 <sup>c</sup>	0,64 <sup>c</sup>	0,63 <sup>c</sup>	-0,143 <sup>pn.s</sup>	-0,31 <sup>tn.s</sup>	92,9	92,9	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1
10	9,41	9,26	5,05 <sup>abc</sup>	1,52 <sup>abc</sup>	2,39(14,86)	1,16 <sup>a</sup>	0,21(1,59)	2,39(14,86)	1,16 <sup>a</sup>	1,90 <sup>b</sup>	1,18 <sup>a</sup>	1,99 <sup>b</sup>	-0,125 <sup>cn.s</sup>	-0,18 <sup>tn.s</sup>	96,8	96,8	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1
11	9,30	9,29	2,09 <sup>abc</sup>	1,52 <sup>abc</sup>	0,35(2,18)	0,67 <sup>a</sup>	0,48(3,64)	0,35(2,18)	0,67 <sup>a</sup>	0,63 <sup>c</sup>	0,71 <sup>a</sup>	0,69 <sup>a</sup>	-0,058 <sup>pn.s</sup>	-0,27 <sup>tn.s</sup>	83,9	83,9	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0
12	9,73	9,42	2,81 <sup>abc</sup>	3,31 <sup>abc</sup>	0,22(1,37)	0,82 <sup>a</sup>	0,12(0,91)	0,22(1,37)	0,82 <sup>a</sup>	0,93 <sup>a</sup>	0,88 <sup>a</sup>	1,04 <sup>a</sup>	-0,144 <sup>pn.s</sup>	-0,24 <sup>tn.s</sup>	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4
13	9,25	8,76	4,23 <sup>abc</sup>	4,06 <sup>abc</sup>	0,15(0,93)	1,06 <sup>a</sup>	0,17(1,29)	0,15(0,93)	1,06 <sup>a</sup>	1,18 <sup>a</sup>	1,07 <sup>a</sup>	1,19 <sup>a</sup>	-0,106 <sup>cn.s</sup>	-0,31 <sup>tn.s</sup>	95,1	95,1	97,6	97,6	97,6	97,6	97,6
14	8,97	7,66	5,26 <sup>abc</sup>	4,95 <sup>abc</sup>	2,85(17,72)	1,09 <sup>a</sup>	0,89(6,74)	2,85(17,72)	1,09 <sup>a</sup>	0,77 <sup>a</sup>	1,08 <sup>a</sup>	0,71 <sup>a</sup>	-0,250 <sup>5</sup>	0,99 <sup>9</sup>	78,0	78,0	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1
15	9,68	9,51	5,80 <sup>abc</sup>	2,50 <sup>abc</sup>	0,23(1,43)	1,20 <sup>a</sup>	0,39(2,96)	0,23(1,43)	1,20 <sup>a</sup>	0,83 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	0,89 <sup>a</sup>	-0,076 <sup>cn.s</sup>	-0,24 <sup>tn.s</sup>	95,0	95,0	89,1	89,1	89,1	89,1	89,1
16	9,30	8,54	10,15 <sup>c</sup>	10,61 <sup>bc</sup>	1,90(11,81)	1,60 <sup>a</sup>	1,88(14,25)	1,90(11,81)	1,60 <sup>a</sup>	2,01 <sup>b</sup>	1,59 <sup>a</sup>	1,95 <sup>b</sup>	0,294 <sup>6</sup>	-0,34 <sup>tn.s</sup>	87,4	87,4	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8
17	9,35	8,86	6,95 <sup>abc</sup>	4,09 <sup>abc</sup>	0,15(0,95)	1,28 <sup>a</sup>	1,02(7,73%)	0,15(0,95)	1,28 <sup>a</sup>	1,19 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>	0,208 <sup>7</sup>	-0,31 <sup>tn.s</sup>	84,9	84,9	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 - com respectivos quadrados médios significativos pelo teste F, aos níveis de 4%, 1%, 14%, 16%, 10%, 8%, 12%, 3% e 2%, respectivamente. a, b e c - níveis de adaptabilidade: geral ( $B_1 = 1$ ), a ambientes favoráveis ( $B_1 > 1$ ) e a ambientes desfavoráveis ( $B_1 < 1$ ) para métodos C e D. Para o método A, genótipos apresentando as mesmas letras, apresentam mesmos níveis de estabilidade.

% - contribuição percentual para a soma de quadrados da interação. R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação.



O parâmetro de estabilidade de Wricke, denominado “ecovalência” particiona a soma de quadrados da interação progênies x ambientes em partes devidas às progênies isoladas. Assim, o mesmo permite avaliar a estabilidade através da contribuição de cada progênie para a interação, sendo que as mais estáveis são aquelas que proporcionam menor estimativa da ecovalência.

Verifica-se que, para altura, os níveis de adaptabilidade são coincidentes pelas metodologias de Eberhart & Russell e Finlay & Wilkinson, conforme demonstrado pelas significâncias do teste t sobre a hipótese  $H_0: B_{1i} = 1,0; i = 1, 2, \dots, n$ .

Por outro lado, os resultados obtidos pelas metodologias de Wricke e Yates & Cochran, para estabilidade, não são concordantes, conforme constatado pela não significância do coeficiente de correlação de Spearman ( $r = 0,39$ ), entre os respectivos parâmetros destas metodologias, concordando com o verificado por Oliveira (1976). Entretanto, o método de Wricke tende a ser mais preciso por particionar apenas a soma de quadrados da interação progênies x ambientes em partes devidas a cada progênie e não a mesma soma de quadrados mais a de ambientes, conforme enfatiza o método de Yates & Cochran. Esta vantagem torna aquele método preferido.

Comparando a estabilidade fornecida pelos desvios da regressão do método de Eberhart & Russell com os níveis dados pelo de Yates & Cochran, verifica-se que as progênies instáveis pelo primeiro método apresentam, pelo segundo, níveis de estabilidade iguais à maioria das outras progênies. Assim, não se verificou tendência de associação entre os resultados obtidos. Entretanto, comparando a ecovalência com os desvios de regressão, verifica-se que das 7 progênies instáveis pelos desvios (3, 6, 7, 8, 14, 16 e 17), seis (3, 6, 7, 14, 16 e 17) estão entre as 7 que apresentaram as maiores ecovalências.

Estes resultados estão de acordo com a análise comparativa de parâmetros de estabilidade, realizada por Becker (1981), a qual evidenciou uma forte correlação entre esses referidos parâmetros. Assim, qualquer dos métodos poderia ser utilizado para inferir sobre a estabilidade. Como o método de Eberhart & Russell permite uma distinção mais nítida entre estabilidade e instabilidade, o mesmo será preferido.

Utilizando-se a metodologia de Eberhart & Russell para inferências práticas, verifica-se que, para altura, as progênies 1, 5 e 9 apresentaram adaptabilidade específica aos ambientes desfavoráveis, sendo que as demais apresentaram adaptabilidade geral. Quanto à estabilidade, verificou-se que

as progênies 3, 6, 7, 8, 14, 16 e 17 apresentaram-se instáveis e as demais estáveis.

Enquanto para altura verificou-se um bom ajustamento do modelo de regressão linear ao conjunto de dados, conforme corroborados pelos valores do coeficiente de determinação  $R^2$  (Tabela 3), para DAP verificaram-se valores de  $R^2$  extremamente baixos como 26,4%, 28,1% e 43,5%, indicando que o modelo adotado não é o mais apropriado. A esse respeito, Lin (1982) estudou nove estatísticas de estabilidade comumente usadas e concluiu que o procedimento de regressão é válido na informação da estabilidade relativa entre genótipos, se o modelo de regressão se ajusta aos dados.

Assim, para DAP, será utilizado para inferências práticas, o método de Finlay & Wilkinson (o qual induz a maior linearidade na regressão) para adaptabilidade, e o de Wricke para estabilidade.

Os parâmetros de Wricke mostraram-se não correlacionados com os obtidos pelo método de Yates & Cochran, conforme revelado pela não significância do coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s = 0,28$ ).

Quanto à adaptabilidade, verifica-se que as progênies 1, 3, 9 e 11 adaptam-se melhor que as outras nos ambientes desfavoráveis, e as progênies 10 e 16 adaptam-se mais a ambientes favoráveis, enquanto as demais apresentam adaptabilidade geral. Para estabilidade, verifica-se que as progênies 5, 6, 10, 14 e 16 contribuem com 69,5% do total da interação e as demais (12) dividem o restante 30,5%. Assim, indica-se que sejam selecionadas as mais produtivas dentre as restantes, que certamente são mais estáveis.

Na seleção conjunta para adaptabilidade e estabilidade, envolvendo ambos os caracteres (altura e DAP), indicam-se: 2, 4, 12, 13 e 15, dentre as quais devem-se tomar as mais produtivas.

Os coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s = 0,20$  e  $0,07$  para altura e DAP, respectivamente) e de Pearson ( $r_p = 0,16$  e  $0,26$ , para altura e DAP, respectivamente) aplicados para testar a associação entre produtividade média e adaptabilidade pela metodologia de Eberhart & Russell apresentaram-se não significativos, evidenciando que não há associação entre estas duas medidas. Resultados semelhantes foram obtidos com a metodologia de Finlay & Wilkinson ( $r_s = 0,22$  e  $0,08$ ;  $r_p = 0,06$  e  $0,08$  para altura e DAP, respectivamente).

A falta de significância das correlações de Pearson indicou que não existiu relação entre capacidade de produção e capacidade de respostas à melhoria das condições ambientais.

- **Procedência Helenvale**

As médias e parâmetros de estabilidade obtidos pelas metodologias de Yates & Cochran (1938), Wricke (1965) e Plaisted & Peterson (1959), para a procedência 209, encontram-se na Tabela 4.

Na metodologia de Plaisted & Peterson, a estabilidade é fornecida pela contribuição média de cada progênie para a interação, a qual é obtida pela ponderação dos componentes de variância da interação dessa progênie com cada uma das outras. As progênies com menores contribuições são as mais estáveis.

**TABELA 4 Médias ( $B_0$ ) e parâmetros de estabilidade para a procedência 209, caracteres altura (H) em m e DAP em cm, obtidos através das metodologias de Yates & Cochran (A), Wricke (B) e Plaisted & Peterson (C).**

Progênie	$B_0$		A		B		C	
	H	DAP	H	DAP	H (%)	DAP (%)	H	DAP
1	7,02	6,08	3,94 <sup>a</sup>	2,24 <sup>a</sup>	0,46(15,28)	0,55( 9,54)	1,60	0,83
2	7,50	8,12	6,13 <sup>a</sup>	7,14 <sup>a</sup>	0,50(16,61)	0,61(10,64)	1,46	0,05
3	7,55	7,39	10,30 <sup>a</sup>	8,81 <sup>a</sup>	0,06( 1,99)	0,10( 1,79)	0,84	-0,09
4	7,60	7,82	15,77 <sup>a</sup>	19,12 <sup>a</sup>	0,60(19,93)	1,99(34,69)	2,38	0,43
5	7,83	8,17	9,82 <sup>a</sup>	6,07 <sup>a</sup>	0,03( 0,99)	0,09( 1,57)	1,16	-0,10
6	8,17	7,78	11,12 <sup>a</sup>	3,60 <sup>a</sup>	0,25( 8,31)	0,42( 7,32)	1,31	-0,004
7	8,02	8,33	9,29 <sup>a</sup>	6,11 <sup>a</sup>	0,02( 0,66)	0,14(2,44)	0,85	-0,08
8	8,05	8,04	6,35 <sup>a</sup>	9,87 <sup>a</sup>	0,28( 9,30)	0,60(10,46)	3,10	0,05
9	8,00	8,56	5,81 <sup>a</sup>	3,91 <sup>a</sup>	0,72(23,92)	1,03(17,96)	2,15	0,16
10	8,41	8,51	10,51 <sup>a</sup>	9,13 <sup>a</sup>	0,09( 2,99)	0,20( 3,49)	0,97	-0,07

a - nível de estabilidade pela metodologia A. % - contribuição percentual para a soma de quadrados da interação.

Verifica-se que, tanto para altura quanto para DAP, pelo método de Yates & Cochran, as progênies apresentaram um mesmo nível de estabilidade. Por outro lado, pela metodologia de Wricke, as progênies apresentaram contribuições bastante diferenciadas para a interação, em ambos os caracteres. Essa não concordância entre os resultados obtidos é reforçada pelas correlações não significativas de rankings ( $r_s = -0,27$  e  $0,20$  para altura e DAP, respectivamente) observadas entre os parâmetros dessas metodologias.

A metodologia de Plaisted & Peterson não permite uma boa discriminação entre as estabilidades relativas das progênes. Entretanto, as estimativas dos parâmetros de tal metodologia mostraram-se altamente correlacionadas com as obtidas pelo método de Wricke, com correlações de Spearman ( $r_s = 0,79$  e  $1,00$  para altura e DAP, respectivamente) apresentando-se altamente significativas, concordando com os resultados e tendências obtidas por Oliveira (1976) e Kang & Miller (1984).

Assim, em função do exposto e levando-se em consideração que o processo de cálculo por Plaisted & Peterson é mais complexo, optou-se pela não aplicação deste método nas análises seguintes (Procedências Gympie e todas em conjunto).

Utilizando-se o método de Wricke para inferências práticas, verifica-se que, para altura, as progênes 1, 2, 4 e 9 contribuem com 75% para a soma de quadrados de interação, devendo ser consideradas como as mais instáveis. As demais progênes contribuem com os 25% restantes e não devem apresentar grandes problemas de interação. Para DAP, as progênes 4 e 9 contribuem com 53% da interação, as progênes 1, 2 e 8 com 30% e as demais com 17%. Assim, as mesmas podem ser subdivididas em mais instáveis, intermediárias e mais estáveis.

Para seleção conjunta de DAP e altura, visando produtividade e estabilidade, deve-se, portanto, selecionar aquelas com as maiores médias entre as progênes 3, 5, 6, 7, 8 e 10.

Não foram detectadas correlações significativas entre produtividade e estabilidade ( $r_s = 0,29$  e  $0,03$  para altura e DAP, respectivamente), de forma que a seleção primeiramente para estabilidade não necessariamente eliminará as progênes de maiores médias.

- **Procedência Gympie**

Na Tabela 5, encontram-se as médias e parâmetros de estabilidade obtidos pelas metodologias de Yates & Cochran (1938) e Wricke (1965), para altura e DAP.

**TABELA 5 Médias ( $B_0$ ) e parâmetros de estabilidade para a procedência 425, caracteres altura (H) em m e DAP em cm, obtidos através das metodologias de Yates & Cochran (A) e Wricke (B).**

Progênie	$B_0$		A		B	
	H	DAP	H	DAP	H (%)	DAP (%)
1	9,31	8,81	7,77 <sup>a</sup>	3,85 <sup>a</sup>	0,20( 1,91)	0,76( 6,50)
2	9,39	8,28	5,97 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,29( 2,77)	0,42( 3,39)
3	9,67	8,40	12,28 <sup>a</sup>	1,05 <sup>a</sup>	0,36( 3,44)	0,53( 4,54)
4	9,42	8,43	15,14 <sup>a</sup>	5,19 <sup>a</sup>	0,40( 3,82)	1,25( 2,14)
5	9,57	8,47	11,38 <sup>a</sup>	1,93 <sup>a</sup>	0,06( 0,57)	0,41( 3,51)
6	10,55	9,13	8,63 <sup>a</sup>	4,10 <sup>a</sup>	0,92( 8,79)	0,75( 6,42)
7	9,45	8,51	23,18 <sup>a</sup>	9,94 <sup>a</sup>	1,50(14,34)	1,20(10,27)
8	9,99	8,34	9,15 <sup>a</sup>	4,89 <sup>a</sup>	0,09( 0,86)	0,33( 2,82)
9	11,01	9,44	4,25 <sup>a</sup>	3,59 <sup>a</sup>	0,81( 7,74)	1,71( 6,08)
10	10,72	9,45	7,62 <sup>a</sup>	4,04 <sup>a</sup>	0,06( 0,57)	0,54( 4,62)
11	10,64	9,13	3,55 <sup>a</sup>	4,36 <sup>a</sup>	1,65(15,77)	2,17(18,57)
12	10,57	9,13	12,48 <sup>a</sup>	3,26 <sup>a</sup>	0,10( 0,96)	0,06( 0,51)
13	10,62	9,96	9,82 <sup>a</sup>	4,61 <sup>a</sup>	0,05( 0,48)	0,41( 3,51)
14	10,93	10,12	11,13 <sup>a</sup>	2,86 <sup>a</sup>	0,07( 0,67)	0,01( 0,09)
15	10,22	9,41	16,36 <sup>a</sup>	0,77 <sup>a</sup>	0,68( 6,50)	1,02( 8,73)
16	11,14	10,11	11,50 <sup>a</sup>	2,68 <sup>a</sup>	0,20( 1,91)	0,10( 0,86)
17	10,43	9,55	12,45 <sup>a</sup>	5,56 <sup>a</sup>	0,73( 6,98)	0,73( 6,25)
18	11,66	9,90	3,89 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	0,79( 7,55)	0,43( 3,68)
19	11,10	9,36	7,75 <sup>a</sup>	3,59 <sup>a</sup>	0,17( 1,63)	0,07( 0,60)
20	10,60	8,91	21,01 <sup>a</sup>	6,05 <sup>a</sup>	1,14(10,90)	0,36( 3,08)
21	11,44	10,14	7,35 <sup>a</sup>	2,26 <sup>a</sup>	0,08( 0,76)	0,07( 0,60)
22	11,15	10,27	11,30 <sup>a</sup>	5,27 <sup>a</sup>	0,05( 0,48)	0,29( 2,48)
23	11,70	10,24	7,82 <sup>a</sup>	2,08 <sup>a</sup>	0,06( 0,57)	0,05( 0,43)

a - nível de estabilidade pela metodologia A. % - contribuição percentual para a soma de quadrados da interação.

Foram observados mesmos níveis de estabilidade para ambos os caracteres pela metodologia de Yates & Cochran, enquanto pela metodologia de Wricke observaram-se contribuições bastante diferenciadas para o total da interação. Estes resultados são corroborados pelas correlações não significativas, observadas entre “rankings” de estabilidade pelos dois métodos.

Pela metodologia de Wricke verifica-se que, para altura, as progênies 7, 11 e 20 contribuem com 41% da interação, as progênies 6, 9, 15, 17 e 18 contribuem com 38%, e as 15 restantes contribuem com 21%. Assim, cada grupo desse apresenta, proporcional e respectivamente, baixa, média e alta estabilidade. Para DAP, as progênies 7 e 11 contribuem com aproximadamente 29% da interação, as progênies 1, 6, 8, 15 e 17 contribuem com 34% e as 16 restantes contribuem com 63%, gerando três grupos com diferentes faixas de estabilidade.

Considerando altura e DAP conjuntamente, verifica-se que o grupo de alta estabilidade é formado pelas 13 progênies relatadas a seguir: 2, 3, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 21, 22 e 23. Dentre essas, o melhorista tem a opção de selecionar as mais produtivas. Não se observou tendência de associação entre produtividades médias e estabilidade pela metodologia de Wricke.

- **Todas as procedências em conjunto**

As médias e parâmetros de estabilidade pelas metodologias de Yates & Cochran (1938) e Wricke (1965), relativas ao conjunto de todas as progênies das 4 procedências, encontram-se na Tabela 6.

**TABELA 6 Médias ( $B_0$ ) e parâmetros de estabilidade envolvendo progênie de todas as procedências, para os caracteres altura (H) em m e DAP em cm, obtidos pelas metodologias de Yates & Cochran (A) e Wricke (B).**

Progênie	B <sub>0</sub>		A		B	
	H	DAP	H	DAP	H	DAP
1	7,33	7,38	4,42 <sup>ab</sup>	3,70 <sup>abcd</sup>	0,17(0,57)	0,16(0,42)
2	8,08	8,36	9,89 <sup>ab</sup>	10,96 <sup>cd</sup>	0,63(2,13)	1,29(3,40)
3	8,24	7,41	5,93 <sup>ab</sup>	10,57 <sup>cd</sup>	0,07(0,24)	1,21(3,19)
4	8,29	8,24	4,46 <sup>ab</sup>	3,10 <sup>abcd</sup>	0,19(0,64)	0,04(0,11)
5	8,13	7,77	7,20 <sup>ab</sup>	6,17 <sup>bcd</sup>	0,08(0,27)	0,31(0,52)
6	8,22	8,80	4,93 <sup>ab</sup>	8,16 <sup>bcd</sup>	0,33(1,11)	0,47(1,24)
7	8,55	8,33	4,37 <sup>ab</sup>	2,09 <sup>abcd</sup>	0,61(2,06)	0,34(0,90)
8	8,70	8,70	9,59 <sup>ab</sup>	4,53 <sup>abcd</sup>	0,44(1,48)	0,31(0,82)
9	8,85	8,82	8,68 <sup>ab</sup>	2,80 <sup>abcd</sup>	0,20(0,67)	0,02(0,05)
10	8,91	8,58	5,87 <sup>ab</sup>	2,80 <sup>abcd</sup>	0,39(1,32)	0,02(0,05)
11	9,00	8,24	7,48 <sup>ab</sup>	5,80 <sup>bcd</sup>	0,11(0,37)	0,14(0,37)
12	8,32	7,91	6,85 <sup>ab</sup>	10,31 <sup>cd</sup>	0,19(0,64)	1,25(3,30)
13	7,70	6,82	0,53 <sup>a</sup>	1,19 <sup>abcd</sup>	1,99(6,71)	0,61(1,61)
14	8,57	8,18	3,91 <sup>ab</sup>	4,33 <sup>abcd</sup>	0,27(0,91)	0,22(0,58)
15	9,55	9,51	9,82 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,73(2,46)	1,16(3,06)
16	9,27	8,62	6,17 <sup>ab</sup>	2,31 <sup>abcd</sup>	0,72(2,43)	0,29(0,76)
17	8,94	7,59	2,35 <sup>ab</sup>	1,26 <sup>abcd</sup>	1,36(4,59)	1,65(4,25)
18	7,87	7,12	1,46 <sup>ab</sup>	8,05 <sup>bcd</sup>	0,61(2,06)	0,53(1,40)
19	9,37	9,06	12,56 <sup>b</sup>	2,45 <sup>abcd</sup>	0,51(1,72)	0,29(0,76)
20	9,60	9,73	8,30 <sup>ab</sup>	2,05 <sup>abcd</sup>	0,45(1,52)	0,11(0,29)
21	9,28	9,02	3,33 <sup>ab</sup>	1,64 <sup>abcd</sup>	1,00(3,37)	0,45(1,19)
22	9,41	9,26	2,03 <sup>ab</sup>	9,90 <sup>bcd</sup>	0,04(0,13)	0,84(2,21)
23	9,30	9,29	2,65 <sup>ab</sup>	1,28 <sup>abcd</sup>	1,05(3,54)	0,75(1,98)
24	9,73	9,42	3,90 <sup>ab</sup>	2,45 <sup>abcd</sup>	0,32(1,08)	0,06(0,16)
25	9,25	8,76	6,30 <sup>ab</sup>	4,85 <sup>abcd</sup>	0,04(0,13)	0,42(1,11)
26	8,97	7,67	7,69 <sup>ab</sup>	5,97 <sup>abcd</sup>	0,12(0,40)	0,54(1,42)
27	9,68	9,51	8,39 <sup>ab</sup>	2,36 <sup>abcd</sup>	0,11(0,37)	0,08(0,21)
28	9,30	8,54	11,01 <sup>b</sup>	11,65 <sup>cd</sup>	0,72(2,43)	1,48(3,90)
29	9,35	8,87	10,36 <sup>b</sup>	4,72 <sup>abcd</sup>	0,19(0,64)	0,06(0,16)
30	7,02	6,08	3,94 <sup>ab</sup>	2,24 <sup>abcd</sup>	0,35(1,18)	0,09(0,24)
31	7,50	8,12	6,13 <sup>ab</sup>	7,14 <sup>bcd</sup>	0,53(1,78)	0,71(1,87)

Tabela 6 - continua

**TABELA 6. Médias ( $B_0$ ) e parâmetros de estabilidade envolvendo progênies de todas as procedências, para os caracteres altura (H) em m e DAP em cm, obtidos pelas metodologias de Yates & Cochran (A) e Wricke (B). Continuação...**

Progênie	$B_0$		A		B	
	H	DAP	H	DAP	H	DAP
32	7,55	7,39	10,30 <sup>b</sup>	8,81 <sup>bcd</sup>	0,14(0,47)	0,58(1,53)
33	7,60	7,82	15,77 <sup>b</sup>	19,12 <sup>d</sup>	0,85(2,87)	3,27(8,62)
34	7,83	8,17	9,82 <sup>ab</sup>	6,07 <sup>bcd</sup>	0,12(0,40)	0,21(0,55)
35	8,17	7,78	11,11 <sup>b</sup>	3,60 <sup>abcd</sup>	0,43(1,45)	0,14(0,37)
36	8,02	8,33	9,29 <sup>ab</sup>	6,11 <sup>bcd</sup>	0,10(0,34)	0,29(0,76)
37	8,05	8,04	6,35 <sup>ab</sup>	9,87 <sup>bcd</sup>	0,14(0,47)	1,14(3,00)
38	8,00	8,56	5,81 <sup>ab</sup>	3,91 <sup>abcd</sup>	0,49(1,65)	0,70(1,85)
39	8,41	8,51	10,50 <sup>b</sup>	9,13 <sup>bcd</sup>	0,15(0,51)	0,72(1,90)
40	9,31	8,81	7,77 <sup>ab</sup>	3,85 <sup>abcd</sup>	0,07(0,24)	1,52(4,01)
41	9,39	8,28	5,97 <sup>ab</sup>	0,62 <sup>abc</sup>	0,16(0,54)	0,88(2,32)
42	9,67	8,40	12,88 <sup>b</sup>	1,05 <sup>abcd</sup>	0,52(1,75)	1,16(3,06)
43	9,42	8,43	15,14 <sup>b</sup>	5,20 <sup>bcd</sup>	0,74(2,50)	0,12(0,32)
44	9,57	8,47	11,38 <sup>b</sup>	1,93 <sup>abcd</sup>	0,30(1,01)	0,27(0,71)
45	10,55	9,13	8,63 <sup>ab</sup>	4,10 <sup>abcd</sup>	0,64(2,16)	1,49(3,93)
46	9,45	8,51	23,18 <sup>b</sup>	9,95 <sup>bcd</sup>	2,26(7,62)	1,13(2,98)
47	9,99	8,34	9,15 <sup>ab</sup>	4,89 <sup>abcd</sup>	0,20(0,67)	0,05(0,13)
48	11,01	9,44	4,25 <sup>ab</sup>	3,59 <sup>abcd</sup>	0,35(1,18)	1,46(3,85)
49	10,72	9,45	7,62 <sup>ab</sup>	4,04 <sup>abcd</sup>	0,05(0,17)	1,16(3,06)
50	10,64	9,13	3,55 <sup>ab</sup>	4,36 <sup>abcd</sup>	1,27(4,28)	1,54(4,06)
51	10,57	9,13	12,48 <sup>b</sup>	3,26 <sup>abcd</sup>	0,36(1,21)	0,33(0,87)
52	10,62	9,96	9,82 <sup>ab</sup>	4,61 <sup>abcd</sup>	0,20(0,67)	0,07(0,18)
53	10,93	10,12	11,13 <sup>b</sup>	2,86 <sup>abcd</sup>	0,22(0,74)	0,22(0,58)
54	10,22	9,41	16,36 <sup>b</sup>	0,77 <sup>abc</sup>	1,26(4,25)	1,03(2,72)
55	11,14	10,11	11,50 <sup>b</sup>	2,68 <sup>abcd</sup>	0,31(1,05)	0,47(1,24)
56	10,43	9,55	12,45 <sup>b</sup>	5,57 <sup>bcd</sup>	1,09(3,68)	0,22(0,58)
57	11,66	9,90	3,89 <sup>ab</sup>	0,54 <sup>ab</sup>	0,33(1,11)	0,67(1,77)
58	11,10	9,36	7,75 <sup>ab</sup>	3,59 <sup>abcd</sup>	0,19(0,64)	0,02(0,05)
59	11,60	8,91	21,01 <sup>b</sup>	6,05 <sup>bcd</sup>	1,90(6,41)	0,26(0,68)
60	11,44	10,14	7,35 <sup>ab</sup>	2,262 <sup>bcd</sup>	0,01(0,03)	0,41(1,08)
61	11,15	10,27	11,30 <sup>b</sup>	5,27 <sup>bcd</sup>	0,29(0,98)	0,10(0,26)
62	11,69	10,24	7,82 <sup>ab</sup>	2,08 <sup>abcd</sup>	0,05(0,17)	0,36(0,95)

a, b, c, d - níveis de estabilidade: genótipos apresentando as mesmas letras, apresentam mesmos níveis de estabilidade.



Verifica-se que as estimativas dos parâmetros de cada progênie, pelo método de Wricke, são diferentes daqueles observados para essas progênies, quando a análise é realizada dentro de cada procedência. Isto ocorre porque os parâmetros de estabilidade de cada material genético não são independentes ou permanentes (exceto pelo método de Yates & Cochran), mas sim dependem do conjunto de genótipos em que um determinado se encontra, conforme já relatado por Lin (1982).

Para altura, pela metodologia de Yates & Cochran, verifica-se a presença de três níveis de estabilidade (a, ab e b), os quais podem ser classificados como baixo, médio e alto, enquanto que, para DAP, a classificação em níveis, com base em agrupamento pelo teste F, levou a 7 classes (a, ab, abc, abcd, bcd, cd, e d), onde a estabilidade aumenta de d para a.

Pela metodologia de Wricke, para altura, verifica-se que as progênies 13, 46 e 59 contribuem com 21% da interação, 15 progênies com contribuição na faixa de 2 a 5% concorrem para 45% da interação e 44 restantes contribuem com 34%. Para DAP, as progênies 2, 3, 12, 15, 17, 22, 28, 33, 37, 40, 41, 42, 45, 46, 48, 49, 50 e 54 contribuem com 65% da interação e as 44 demais contribuem com os 35% restantes.

Numa consideração conjunta de DAP e altura, o melhorista poderá selecionar as mais produtivas de um grupo de 34 mais estáveis.

Nesse conjunto observou-se a não significância das correlações de Spearman entre os parâmetros de estabilidade obtidos pelas duas metodologias e entre produtividades médias e esses parâmetros.

## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No presente trabalho, a estabilidade foi encarada como um caráter de distribuição contínua, o que certamente ele o é. No conceito de Allard & Bradshaw (1964), a estabilidade envolvendo progênies, em termos biológicos, corresponderia à homeostase populacional, conferida pela interação compensatória de diferentes indivíduos (genótipos) componentes dessas famílias. Assim, teoricamente, não existiriam apenas os níveis estável e instável, mas sim toda uma gradação entre esses dois extremos, de acordo com a maior ou menor uniformidade dentro de cada família, dada pela segregação gênica.

Pelo método de Eberhart & Russell, na classificação apenas nos níveis estáveis e instáveis, desconsideraram-se as significâncias observadas com níveis de probabilidade acima de 16%, os quais foram tomados como não significativos, mas que, na realidade, representariam níveis de estabilidade intermediários entre os ditos estáveis e instáveis.

Por outro lado, os parâmetros de estabilidade são válidos para um determinado genótipo em um determinado grupo, modificando-se quando da inclusão desse genótipo em outro grupo. Isto reforça o fato de que a estabilidade deva ser considerada sob uma forma dinâmica e não estática, como estável e não estável.

Entretanto, conforme relatado por Miranda Filho (1987), nas fases iniciais de um programa de melhoramento (como é o presente caso), seleciona-se um grupo de genótipos superiores e não apenas um, de forma que não são necessários grandes rigores estatísticos e altas taxas de ganhos nessa fase. As fases seguintes permitirão o melhoramento gradativo até o nível desejado. Por outro lado, na seleção de materiais em fase final de melhoramento (clones para plantios comerciais, por exemplo), maiores rigores estatísticos são necessários, de forma a se identificar com precisão os níveis estáveis e instáveis.

Quanto à herança do caráter, Vencovsky (1987) relata que a estabilidade é um caráter quantitativo que, provavelmente, apresenta controle genético mais baixo do que a produtividade. Para a espécie *Zea mays*, Torres et al. (1988) realizaram um estudo de herança da estabilidade fenotípica e verificaram que o grau de controle genético e a repetibilidade da produtividade foram aproximadamente duas vezes maiores do que os da estabilidade. Assim, concluíram que o melhoramento visando maior estabilidade deve ser um processo mais lento e difícil.

Quanto às variáveis analisadas, desconsiderou-se o caráter composto volume. Mora (1986) analisou a estabilidade do índice de volume, tendo verificado que esta variável mostrou comportamento semelhante ao DAP, provavelmente, devido ao fato de o índice de volume ser função do quadrado do DAP, o que não o é da altura. Assim, a interpretação conjunta do DAP e altura deverá fornecer informação segura do comportamento do volume.

No que se refere à adaptabilidade, de acordo com Vencovsky & Barriga (1992), adaptação e estabilidade não são idênticas, embora estreitamente relacionadas. A primeira conduz à estabilidade, sendo a base para a estabilidade geral, mas não é a estabilidade "per se". Assim, genótipos com estabilidade geral são aqueles que apresentam adaptabilidade geral e estabilidade propriamente dita.

Dessa forma, os dois parâmetros estimados pela análise de regressão de Eberhart & Russell propiciaram uma boa caracterização da relação entre genótipo e ambiente. No presente trabalho, devido à limitação do número de locais, a análise de regressão, pode ser aplicada apenas às procedências Heberton e Cardwell, não sendo possível, portanto, inferir sobre a adaptabilidade das demais procedências.

## 5 CONCLUSÕES

- No estudo de adaptabilidade, houve concordância entre os resultados obtidos pelos métodos de Eberhart & Russell e Finlay & Wilkinson, sendo possível a indicação de progênies adaptadas a ambientes favoráveis, desfavoráveis e de adaptabilidade geral.
- Para estabilidade, observaram-se resultados similares pelas metodologias de Eberhart & Russell, Wricke e Plaisted & Peterson, sendo os mesmos discordantes dos obtidos pelo método de Yates & Cochran. Determinaram-se progênies de estabilidades mais altas, intermediárias e mais baixas.
- Não foram detectadas correlações entre estabilidade e adaptabilidade com produtividade média, tendo sido identificadas progênies de alta produtividade, alta estabilidade e adaptabilidade geral.
- O presente trabalho permitiu a particularização do comportamento de cada progênie em função dos diferentes ambientes.
- Considerando os resultados do presente trabalho, indicam-se os métodos de Finlay & Wilkinson para estudo da adaptabilidade e de Wricke (mais fácil aplicação) para estudo da estabilidade fenotípica, para dados com estrutura semelhante à do presente trabalho.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, n.4, p.503-508, 1964.

BECKER, H.C. Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, Wageningen, v.30, p.835-840, 1981.

BOX, G.E.P. Some theorems on quadratic forms applied in study of analysis of variance problems. **Annals of Mathematical Statistics**, v.25, p.290-302, 1954.

BULMER, M.G. **The mathematical theory of quantitative genetics**. Oxford: Clarendon Press, 1985. 254p.

CRUZ, C.D. Metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. In: CURSO DE GENÉTICA QUANTITATIVA, 2., 1989, Piracicaba. **Curso...** [S.l.: s.n.], 1989. 11p. não publicado.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A. de; VENCovsky, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, p.567-580, 1989.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, p.36-40, 1966.

EISEN, J.E. **Concepts in quantitative genetics and breeding**. Raleigh: North Carolina State University, 1987. 225p.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.14, p.742-754, 1963.

GIL, S.S.; SINGH, T.H. Stability parameters for yield and yield components in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Egyptian Journal Genetics and Cytology**, Giza, v.11, p.9-13, 1982.

KANG, M.S.; MILLER, J.D. Genotype x environment interactions for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. **Crop Science**, Madison, v. 14, p.435-440, 1984.

KENDAL, M. **Multivariate analysis**. High Wycombe: C. Griffin, 1980. 209p.

LI, B.; McKEAND, S.E. Stability of loblolly pine families in the southeastern U.S. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.38, n.3-4, p.96-101, 1989.

LIN, C.S. Grouping genotypes by a cluster method directly related to genotype-environment interaction mean square. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.62, n.3, p.277-280, 1982.

MORA, A.I. **Interação com espaçamentos e locais em clones de *Eucalyptus* spp. no norte do Estado da Bahia**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. 101p. Tese Mestrado.

MIRANDA FILHO, J.B. Princípios de experimentação e análise estatística. In: PATERNIANI & VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2, p.765-795.

OLIVEIRA, A.C. **Comparação de alguns métodos de determinação da estabilidade em plantas cultivadas**. Brasília: Universidade de Brasília, 1976. 64p. Tese Mestrado.

PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, v.6, p.381-385, 1959.

SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos de interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA A EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., 1985, Campinas. **Resumos**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.49-50.

SOUZA, S.M.; RESENDE, M.D.V. de; SILVA, H.D. da; HIGA, A.R. Variabilidade genética e interação genótipo x ambiente envolvendo procedências de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell em diferentes regiões do Brasil. **Revista Árvore**. Viçosa, v.16, n.1, p.1-17, 1992.

STEEL, R.C.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1960, 481p.

TAI, G.C.C. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**. Madison, v.11, p.184-190, 1971.

TORRES, R.A.A.; VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D. Estudo do controle genético da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 17., 1988, Piracicaba. **Resumos**. Piracicaba: ESALQ/USP, Departamento de Genética, 1988, p.113-114.

VENCOVSKY, R. Herança Quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.137-214.

VENCOVSKY, R. Modelos estatísticos e implicações na estabilidade fenotípica. In: IPEF. Programas Cooperativos na Área de Melhoramento Genético Florestal. Piracicaba: IPEF/ESALQ, 1988. não publicado.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, G.P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.

VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.53, p.89-91, 1978.

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer, **Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung**, Berlin, V.52, p.127-138. 1965.

YATES, F.S.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.28, p.556-580. 1938.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos pesquisadores Dr. Luciano Lisboa Júnior, Dr. Edilson Batista de Oliveira e Dr. José Elidney Pinto Júnior pelas sugestões ao trabalho. A Acesita Energética S.A., Champion Papel e Celulose Ltda., Cenibra Florestal S.A., Copene Energética S. A. e ao Instituto Florestal de São Paulo, pela condução dos experimentos e coleta dos dados utilizados no presente trabalho.